

METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING PARTICLE

Publication number: JP7301595 (A)

Publication date: 1995-11-14

Inventor(s): OGINO SHINICHI

Applicant(s): TOA MEDICAL ELECTRONICS

Classification:

- International: G01N15/12; G01N15/10; (IPC1-7): G01N15/12

- European: G01N15/12C

Application number: JP19940095206 19940509

Priority number(s): JP19940095206 19940509

Also published as:

EP0682241 (A1)

EP0682241 (B1)

US623200 (A)

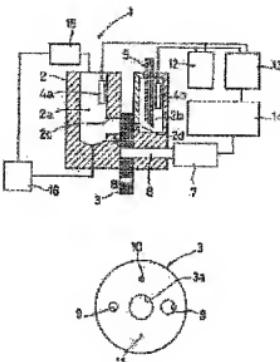
CN1120668 (A)

CN1095078 (C)

Abstract of JP 7301595 (A)

PURPOSE: To provide a method and an apparatus for measuring a particle with high accuracy by an electric resistance variation detecting method in which the detection hole can be arranged rapidly and easily at a measuring position by simplifying the replacement of a slide board.

CONSTITUTION: The particle measuring apparatus 1 comprises a sliding board 3 having detection holes 8-11 for passing a sample suspension disposed between sample containers 2, and a pair of electrodes 4a, 4b. The detection holes 8-11 comprise a group of through holes having a plurality of different selectable apertures. When a driver 7 is actuated to locate one of the detection holes 8-11 at a position corresponding to a communication hole 2a, 2b, the distribution of particle size is measured and analyzed based on the electric impedance of the sample suspension at the time of passing through the detection hole.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

特開平7-301595

(43)公開日 平成7年(1995)11月14日

(51)Int.Cl.
G 0 1 N 15/12識別記号 庁内整理番号
A

F I

技術表示箇所

(21)出願番号 特願平6-95206

(22)出願日 平成6年(1994)5月9日

審査請求 未請求 請求項の数 8 O.L. (全 8 頁)

(71)出願人 390014960

東亜医用電子株式会社

兵庫県神戸市中央区港島中町7丁目2番1号

(72)発明者 萩野 真一

神戸市中央区港島中町7丁目2番1号 東
亜医用電子株式会社内

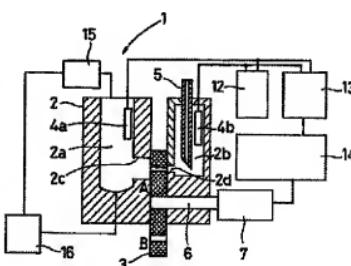
(74)代理人 弁理士 野河 信太郎

(54)【発明の名稱】 粒子測定装置およびその粒子測定方法

(57)【要約】

【目的】 摆動板の交換を簡略化して貫通孔を迅速かつ
容易に測定位置に配置可能であるとともに高い測定精度
を有する電気抵抗変化検出法による粒子測定装置および
その粒子測定方法を提供する。

【構成】 粒子測定装置1は、試料容器2の間に配置さ
れ試料懸濁液が通過可能な検出孔8~11を有する揆動
板3と、一对の電極4a、4bとを備え、揆動板3の検
出孔8~11が選択可能な異なる種数の口径を有する貫
通孔群から形成されている。駆動装置7の駆動により検
出孔8~11のうちの1つが通過孔2c、2dと対応する
位置にあるとき、試料懸濁液が検出孔を通り抜ける際
の電気インピーダンスに基づき粒径分布が測定解析され
る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 2つの試料容器の間に振動可能に配置され試料懸濁液が前記双方の試料容器間を通過可能な貫通孔を有する振動板と、

前記双方の試料容器内に配置され試料容器に搬送される試料懸濁液と接触可能な一対の電極とを備え、

これらの電極により、試料懸濁液が貫通孔を通過する際に生じる電気インピーダンスを測定し、その電気インピーダンスに基づき試料懸濁液中の粒子を測定する粒子測定装置であって、

前記振動板の貫通孔が、選択可能な異なる複数の口径を有する貫通孔群から形成されてなる粒子測定装置。

【請求項2】 貫通孔が、振動板において略同心円上に配置され、外部から回転駆動されることにより貫通孔を選択可能とする請求項1記載の粒子測定装置。

【請求項3】 貫通孔が、振動板において略一軸方向に配置され、外部から一軸方向に移動されることにより貫通孔を選択可能とする請求項1記載の粒子測定装置。

【請求項4】 振動板の貫通孔が、開口両端部に外方に向かって拡大したテーパ面をそれぞれ有する請求項1記載の粒子測定装置。

【請求項5】 振動板の少なくとも貫通孔穿孔部部分が、ルビーやセラミックからなる請求項1記載の粒子測定装置。

【請求項6】 振動板が、試料容器と密着する凸部を備え、貫通孔はその凸部に形成されてなる請求項1記載の粒子測定装置。

【請求項7】 2つの試料容器の間に配置された振動板に形成された第1貫通孔に試料懸濁液を通過させ、その際に生じる電気インピーダンスを測定し、その電気インピーダンスの変化に基づき試料懸濁液中の粒子を測定する第1測定工程と、

試料懸濁液を振動板に形成された第2貫通孔に通過させ、その際に生じる電気インピーダンスを測定し、その電気インピーダンスの変化に基づき試料懸濁液中の粒子を測定する第2測定工程とを備え、

さらに、前記第1測定工程と第2測定工程との間に、第1測定工程の測定結果にもとづき第1貫通孔と異なる口径を有する貫通孔群のうちの1つを第2貫通孔として選択し、振動板を振動させることにより試料懸濁液の通過を第1貫通孔から第2貫通孔に切り替える貫通孔選択切换工程を具備してなる粒子測定方法。

【請求項8】 第2測定工程で選択された第2貫通孔が、第1貫通孔より小さい口径となる請求項7記載の粒子測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は粒子測定装置およびその粒子測定方法に関し、さらに詳しく述べては、血球、ラテックス、セメント等の粒子の測定を対象とし、試料懸濁液

を貫通孔に流し電気インピーダンスの変化に基づき試料懸濁液中の粒子を測定する電気インピーダンス変化検出法に基づき粒子測定装置およびその粒子測定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、血液中の血球、あるいはセメントの粉、ラテックス等の工業用粒子の粒径分布を測定するには、通常、電気抵抗変化検出法による粒径分布測定が行われていて、この測定は、例えば、米国特許第378

10 3376号公報で開示されているように、試料懸濁液が通過可能な貫通孔を有する振動板を試料容器の連通部に配置し、貫通孔を通過する粒子を測定し解析するものである。粒子が貫通孔を通過する際に発せられる信号のパルス数により粒子の個数を、そのパルス高さにより粒子の容積をそれぞれ測定し粒径分布が求められる。上記開示例では、1枚の振動板において1つの貫通孔が形成されている。

【0003】 電気抵抗変化検出法では、試料懸濁液の粒子が貫通孔を通過する際の電気抵抗の変化を測定するため、検出される信号の強度が粒子の体積と直線的な比例関係を持っている。しかし、貫通孔の直径により測定できる粒子の大きさが制限される。たとえば、粒子の大きさが貫通孔の直径の1/30以下になると粒子からの信号とノイズの区別が困難になる。逆に、粒子が大き過ぎると検出孔が詰まり粒子の通過が阻害される。したがって、正確な測定が不可能になる。このため、広い粒径分布を有する試料を測定しようとするすれば、異なる直径の貫通孔を有する振動板を準備する必要がある。

【0004】

【0004】 30 【発明が解決しようとする課題】 上記した従来の電気抵抗変化検出法による粒径分布測定では、選択された貫通孔を有する振動板を手動で一枚ずつ取り外し交換せねばならない。このため、操作が煩雑となり測定の迅速化の障壁となっている。

【0005】 この発明の目的は、振動板の交換を簡略化して貫通孔を迅速かつ容易に測定位置に配置可能な電気抵抗変化検出法による粒子測定装置およびその粒子測定方法を提供することとともに、高い測定精度を有する電気抵抗変化検出法による粒子測定装置およびその粒子測定方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 この発明にかかる粒子測定装置は、2つの試料容器の間に振動可能に配置され試料懸濁液が双方の試料容器間を通過可能な貫通孔を有する振動板と、双方の試料容器内に配置され試料容器に搬送される試料懸濁液と接触可能な一対の電極とを備え、これらの電極により、試料懸濁液が貫通孔を通過する際に生じる電気インピーダンスを測定し、その電気インピーダンスに基づき試料懸濁液中の粒子を測定する粒子測定装置であり、振動板の貫通孔が、選択可能な異なる複数の口径を有する貫通孔群から形成されてなる粒子測定装置。

数の口径を有する貫通孔群から形成されている。

【0007】ここで、貫通孔は、振動板において略同心円上に配置され、外部から回転駆動されることにより貫通孔を選択可能な構成であってもよい。また、貫通孔は、振動板において略一軸方向に配置され、外部から一軸方向に移動されることにより貫通孔を選択可能な構成であってもよい。

【0008】振動板の貫通孔は、開口両端部に外方に向かって拡大したテーパ面をそれぞれ有しているのが好ましい。これにより、貫通孔の開口端部に対する過度の電界の集中が防止されるという利点が得られる。ここでいうテーパ面とは、断面形状が直線となるよう整形されたC面、断面形状が曲線となるよう整形されたR面であるいは放物面を含んでいる。振動板の少なくとも貫通孔穿設部分は、ルビーサファイアまたはセラミックスからなるのが好ましい。これにより、きれいな孔加工が可能となり精度の高い貫通孔を形成できるという利点が得られる。振動板の全体を上記材料で構成してもよいし、貫通孔穿設部分のみを上記材料で構成してもよい。振動板は、試料容器と密着する凸部を備え、貫通孔はその凸部に形成されるのが好ましい。これにより、振動板と試料容器との接触面積が減り振動時の摩擦および摩耗が低減されるという利点が得られる。

【0009】この発明にかかる粒子測定方法は、2つの試料容器の間に配置された振動板に形成された第1貫通孔に試料懸濁液を通過させ、その際に生じる電気インピーダンスを測定し、その電気インピーダンスの変化に基づき試料懸濁液中の粒子を測定する第1測定工程と、試料懸濁液を振動板に形成された第2貫通孔に通過させ、その際に生じる電気インピーダンスを測定し、その電気インピーダンスの変化に基づき試料懸濁液中の粒子を測定する第2測定工程と、さらに、第1測定工程と第2測定工程との間に、第1測定工程の測定結果にもとづき第1貫通孔と異なる口径を有する貫通孔群のうちの1つを第2貫通孔として選択し、振動板を振動させることにより試料懸濁液の通路を第1貫通孔から第2貫通孔に切り替える貫通孔選択切替工程を備えてなる。この粒子測定方法は、第2測定工程で選択された第2貫通孔が、第1貫通孔より小さい口径となるのが好ましい。これにより、大径粒子から小径粒子までを順次段階的に測定できるという利点が得られる。

【0010】

【作用】この発明にかかる粒子測定装置により粒子測定を行なうには、まず、2つの試料容器の間に配置された振動板に形成された第1貫通孔に試料懸濁液を通過させ、その際に生じる電気インピーダンスを測定し、その電気インピーダンスの変化に基づき試料懸濁液中の粒子を測定する(第1測定工程)。次に、第1測定工程の測定結果にもとづき第1貫通孔と異なる口径を有する貫通孔群のうちの1つを第2貫通孔として選択し、振動板を振動

させることにより試料懸濁液の通路を第1貫通孔から第2貫通孔に切り替える(貫通孔選択切替工程)。

【0011】次に、試料懸濁液を振動板に形成された第2貫通孔に通過させ、その際に生じる電気インピーダンスを測定し、その電気インピーダンスの変化に基づき試料懸濁液中の粒子を測定する(第2測定工程)。貫通孔選択切替工程を第2貫通孔が第1貫通孔より小さい口径となるよう設定すれば、広い粒径分布を有する粒子の測定を迅速に行える。

10 【0012】この発明にかかる粒子測定装置では、貫通孔を外部から回転駆動すること、あるいは外部から一軸方向に移動することにより、貫通孔を容易に交換でき広範囲にわたる粒径分布を迅速に測定できる。また、貫通孔の開口両端部に外に向かって拡大したテーパ面をそれぞれ形すれば過度の電界の集中が防止され、測定の精度が向上する。また、振動板の少なくとも貫通孔穿設部分をルビーサファイアまたはセラミックスから形成すると精度の高い貫通孔を形成できる。また、振動板は、試料容器と密着する凸部を備え、貫通孔はその凸部に形成されるよう構成すれば、振動板と試料容器との接触面積が減り振動時の摩擦および摩耗が低減される。

【0013】

【実施例1】図1は、この発明の一実施例による粒子測定装置を示す。粒子測定装置1は、試料容器2と、振動板3とから主に構成されている。試料容器2は、2つの容器2a、2bからなり、各容器2a、2bの下部には、互いに対向する通孔2c、2dが形成されている。また、各容器2a、2bの内部には、板4aおよび4bからなる一対の電極4が配置されている。さらに、一方の容器2b内には、試料吸引管5が挿入されている。

40 【0014】振動板3は、図2に示すように、外径40mm、厚み5mmのルビーやセラミックスを材料とする円板であり、中心の孔3aには、駆動軸6を介して駆動装置7が取り付けられている。駆動装置7は、ステッピングモーターあるいはDCモーター等のモーターである。振動板3の同心円上には口径の異なる貫通孔としての4つの検出孔8～11が略等距離に配置されている。検出孔8～11のそれぞれの口径/粒子測定領域は、検出孔8が3mm/150～1200μm、検出孔9が800μm/40～320μm、検出孔10が2000μm/10～80μm、検出孔11が50μm/2.5～20μmである。

【0015】振動板3は、検出孔8～11が連通孔2c、2dに対応するよう容器2a、2bの間に振動可能に配置されている。これにより、駆動装置7の駆動による振動板3の変位により検出孔8～11が連通孔2c、2dと対応する位置にあるとき、2つの容器2a、2bは連通する。板4a、4bには、電源12、信号検出装置13及び粒径解析装置14が接続されている。ま

た、容器2a内には、試料容器2内に充填された試料を流動させるための流体制御装置15が接続されている。流体制御装置15には、試料吸引管5およびろ過装置16が接続されている。

【0016】流体制御装置15は、図示しない制御部の駆動により試料容器2内に充填された試料を、試料吸引管5を介して容器2b側に吸引することができ、また、図示しない制御部の駆動により試料容器2内に充填された試料を、ろ過装置16に導くことにより試料の粒径を整えることができる。なお、振動板3の検出孔は、任意の孔数で設定することができる。上記のように等回転角運動で回転するモータを用いる場合には2~12個の異なる口径を有する検出孔群が望ましい。

【0017】この実施例の粒子測定装置1は、以下の操作により測定を行う。なお、図3はその測定手順を示すフローチャートである。まず、ステップS1において初期設定が行われる。次に、ステップS2において対象とする試料の粒径に対応する検出孔8~11の1つを選択し連通孔2c, 2dと対応する位置に定位させる。ここでは、検出孔8~11の内で最も大きい口径を有する検出孔8(口径3.000μm)を選択する。検出孔8~11のうちの1つを所定位置に正しく設置させるための設置手段およびその設置位置を検知する検知手段は公知のものを用いることができる。例えば、振動板3の原点を当接部材とマイクロスイッチの組み合わせで検知し、振動板3の回転角を駆動装置7であるモータのステップ数で読み取ったり(ステッピングモータの場合)、モータで設けられたロータリーエンコーダで読み取ったりすることにより、正しい位置に設置できる。

【0018】次に、ステップS2において試料容器2内に測定の対象となる懸濁液試料を約10ml充填し、流体制御装置15を駆動させることによりこの試料を、試料吸引管5を介して容器2bに吸引する。これにより、試料は検出孔8を通り抜ける。なお、容器2bに吸引された試料は試料吸引管5から系外へ排出される。

【0019】ステップS4では、検出孔8を通り抜ける際の試料の粒子が測定・解析される。ここでは、検出孔8を通り抜ける際の試料の粒子数がパルス数として、試料粒子の容積がパルス高さとして、電極4を介して信号検出装置13で検出され粒径解析装置14によって粒径分布が測定解析される。検出孔8による粒径分布の測定解析結果は、例えば、図4で示したように、グラフとなつて表示画面に表示される。(この解析例では、粒径がおよそ150μm以下の粒子も存在することが予想される。)

【0020】次に、ステップS5ではステップS4における粒径分布の測定結果により、3.00μm以下の粒径を有する粒子が測定されたか否かを測定者が判断する。3.00μm以下の粒径を有する粒子が測定された場合には、ステップS5からステップS6に移行し、試料のろ

過をおこなうか否かを測定者が判断する。試料のろ過を行いう場合には、ステップS7において試料のろ過を行う。試料のろ過が終了するとステップS7からステップS2に移行し、より口径の小さい検出孔の設定を行えるよう振動板3を回転させる。ここでは、検出孔8を検出孔9に切り換える。以下同様に測定を行い、より口径の小さい検出孔の設定を順次行う。

【0021】ステップS6において試料のろ過をおこなうと測定者が判断した場合には、ステップS6からステップS8に移行する。ステップS8では試料のろ過を行わずに再度試料の測定を行うか否かを判断する。ステップS8での判断がYESの場合には、ステップS2へ移行する。また、ステップS4における粒径分布の測定結果により、3.00μm以下の粒径を有する粒子が測定されない場合およびステップS8での判断がNOの場合には、ステップS9に移行し測定を終了するか否かを測定者が判断する。試料の測定を終了すると判断した場合は、試料容器2の洗浄等を行った後、測定を終了する。試料の測定を終了しない場合は、ステップS9からステップS1に移行する。なお、検出孔8~11を設定し上記測定操作により得られた粒径分布の測定解析結果のそれぞれの一例を図5~7に示す。

【0022】

【実施例2】実施例1では、振動板3の検出孔8~11が両端まで同じで形成したが、図8~11に示すように、検出孔18a~21の開口両端部に外方に向かって拡大したテーパ面18a~21aをそれぞれ形成してもよい。テーパ面18a~21aはこの場合、C面、すなわち、断面形状が直線で整形された面であって同一の傾斜角を有し、好ましくは30°~60°、より好ましくは45°である。また、テーパ面18a~21aをR面、すなわち、断面形状が曲線で整形された面で形成してもよい。この場合、R面の曲率半径は検出孔の口径によって異なるが、半径1.0~5.0μmが好ましい。また、図10で示すように、検出孔の長さに対する口径の比D/Lを、1/1, 2~1, 4となるよう形成することが望ましい。ここで、D/Lが大きすぎると開口部の境界の形成が不均一となり粒子の容積とパルス高さの比例関係が成立しにくくなる。また、D/Lが小さすぎると、検出孔内に複数の粒子が入ってくるという問題がある。

【0023】

【実施例3】実施例1では、振動板3の検出孔8~11の穿設面を平坦に形成したが、図12および図13に示すように、検出孔の開口周辺部の振動板2主面上に凸部22aを形成してもよい。この場合、凸部22aは円錐状となる。これにより、振動板3と試料容器2との接觸面積を小さくして振動時の摩擦および摩耗を低減することができる。なお、凸部22aの高さは、0.1~1mm程度が好ましい。

【0024】

【実施例4】実施例1では、摺動板3を外部から回転駆動されることにより検出孔を選択可能な構成としたが、図14及び15に示すように、摺動板3を略矩形に形成して、検出孔31～34を摺動板30に一輪方向に配置し外部から一輪方向に移動されることにより、検出孔31～34を選択可能な構成とすることができる。ここでは、検出孔31～34は摺動板30の長手方向に口径の順に形成されている。摺動板30を一輪方向に移動させる駆動装置は、例えば、DCモータの回転軸にカッピングを介してボルネジを接続し、このボルネジに係合された移動子に軸10を接続する構成が可能である(図示せず)。このような構成により、実施例1に記載した測定手順で試料の粒径分布の測定及び解析ができる。

【0025】摺動板30は、図17および18に示すように、検出孔31～34の開口両端部に外方に向かって拡大したテープ面(C面またはR面)31a～34aをそれぞれ形成してもよい。ここでは、テープ面31a～34aは、傾斜角約45°のC面で形成され、各テープ面31a～34aは、前記と同様にD/しごく1/2～1/4となるよう形成されている。これにより、検出孔8～11の開口部に対する電界の過度の集中が防止される。さらに、前記検出孔31～34の検出孔の開口周辺部の摺動板30主面上に連続する直線状の凸部30aを形成してもよい。これにより、摺動板30と試料容器2との接触面積を小さくして摺動時の摩擦および摩耗を低減することができる。

【0026】

【実施例5】実施例1では、試料の流れを概略水平方向としたが、ここでは図20に示すように、測定粒子の周囲をシース波とよばれる粒子を含まない波で包みこんだ後に、流体力学の収束力をを利用して粒子を一列に並べて測定する、いわゆる、シースフロー方式の電気抵抗変化検出法による粒子測定装置の一構成例を示す。

【0027】従来、電気抵抗変化検出法の欠点として検出孔を粒子が通過する際の検出孔内の通過位置によって検出信号の強度に差が生じたり、検出孔を複数の粒子が接近して通過すると2個以上の粒子が通過したにもかかわらず1個の粒子として判断されたりすること、および、検出孔通過後に流速が急激に低下するという構造上の問題から検出孔を通過した粒子が検出用細管周辺に滞留しノイズの原因になる場合があること等の試料粒子の検出孔内での近接通過が問題となっている。ここでは、シースフロー方式を適用して試料粒子の検出孔内での近接通過を抑えるよう構成したものである。

【0028】試料制御装置35で調整された懸濁液試料は、試料ノズル36から吐出されて検出孔を通過した後、試料吸引管37によって回収される。シースフロー検出法の場合、フロントシース流入口38からシース波が流入し試料ノズル36の周囲を包み込むようにして検

出用細管部に流入している。試料ノズル36から吐出された懸濁液試料はフロントシース波に包まれながら徐々に収束され、検出孔39を通過する際には、粒子が一列に並んだ状態になる。また、検出孔39を通過した粒子を周囲から包みこんで試料吸引管37に導くバックシース波をバックシース流入口40から導入する。これにより、検出孔39を通過した粒子が流速の急激な低下により検出孔39周辺に滞留するという問題点が改善できる。

【0029】

【実施例6】上記した実施例1～5では、駆動装置を用いて摺動板を移動させる構成を示したが、ここでは図21、22に示すように、摺動板を手動で変位させることにより、検出孔を選択できる構成を示す。図21では、摺動板3を軸41を介して軸受け42に回転可能に支持し、さらに、摺動板3には、操作者が手動で回転させるための把手43が形成されている。図22では、摺動板30に把手44が形成されている。これにより、操作者は把手43を回転し、あるいは把手44を一輪方向に移動させることにより順次段階的に任意の検出孔を測定位置に配置することができる。検出孔の位置調節は、例えば、回転用あるいは直線用のエンコーダを用いて孔の位置情報をモニタリングしながら行うことができる。また、検出孔の位置決めは付勢されたボールを有するボールランプと、このボールを保持するくぼみとの組み合わせで確実に行うことができる。

【0030】これらの実施例では、摺動板3を外部から回転駆動することにより、あるいは、摺動板30を一輪方向に移動させることにより検出孔8～11、18～21、あるいは31～34を順次交換できる。このため、迅速かつ容易に貫通孔を測定位置に配置することができる。粒径分布が広範囲にわたる測定の場合には、特に有効である。

【0031】

【発明の効果】この発明の請求項1にかかる粒子測定装置によれば、摺動板の貫通孔が、選択可能な異なる複数の口径を有する貫通孔群から形成されているので、貫通孔を迅速かつ容易に測定位置に配置できる。この発明の請求項2にかかる粒子測定装置によれば、貫通孔が摺動板において略同心円上に配置され、外部から回転駆動されることにより貫通孔を選択できるので、貫通孔を迅速かつ容易に測定位置に配置できる。

【0032】この発明の請求項3にかかる粒子測定装置によれば、貫通孔が摺動板において略一輪方向に配置され、外部から一輪方向に移動されることにより貫通孔を選択できるので、貫通孔を迅速かつ容易に測定位置に配置できる。この発明の請求項4にかかる粒子測定装置によれば、摺動板の貫通孔が開口両端部に外方に向かって拡大したテープ面をそれぞれ有しているので、貫通孔の開口両端部に対し電界が均一に形成され、高い測定精

度を得ることができる。

【0033】この発明の請求項5にかかる粒子測定装置によれば、振動板の少なくとも貫通孔穿設部分が、ルビーマまたはセラミックスで構成されているので、けいれいな孔加工が可能となり、高い測定精度を得ることができる。この発明の請求項6にかかる粒子測定装置によれば、振動板が、試料容器と密着する凸部を備え、貫通孔はその凸部に形成されているので、振動板と試料容器との接触面積が減り振動時の摩擦および摩耗が低減される。このため、高い測定精度を長期間にわたり維持することができる。

【0034】この発明の請求項7にかかる粒子測定方法によれば、第1測定工程と第2測定工程との間に、第1測定工程の測定結果にもとづき第1貫通孔と異なる口径を有する貫通孔群のうちの1つを第2貫通孔として選択し、振動板を振動させることにより試料懸濁液の通路を第1貫通孔から第2貫通孔に切り替える貫通孔選択切替工程を設けたので、貫通孔を迅速かつ容易に測定位置に配置できる。この発明の請求項8にかかる粒子測定方法によれば、第2測定工程で選択された第2貫通孔が、第1貫通孔より小さい口径となっているので、粒径分布に応じて貫通孔を順次段階的に交換する操作が容易となり迅速な測定が可能となる。

【図面の概要的説明】

【図1】この発明の一実施例による粒子測定装置の概略構成図。

【図2】その粒子測定装置における振動板の正面図。

【図3】その粒子測定装置の測定方法を示すフローチャート。

【図4】図3の測定方法により得られた粒径分布の測定解析結果の一例となるグラフ。

【図5】図3の測定方法により得られた粒径分布の測定解析結果の一例となるグラフ。

【図6】図3の測定方法により得られた粒径分布の測定解析結果の一例となるグラフ。

【図7】図3の測定方法により得られた粒径分布の測定解析結果の一例となるグラフ。

【図8】その粒子測定装置における振動板の他の実施例を示す正面図。

【図9】図8の振動板の側面図。

【図10】図9の一部拡大図。

【図11】図8の振動板を使用した粒子測定装置の概略構成図。

【図12】その粒子測定装置における振動板のさらに他の実施例を示す正面図。

【図13】図12の振動板の側面図。

【図14】粒子測定装置の他の実施例を示す概略構成図。

【図15】図14の粒子測定装置における振動板の正面図。

【図16】その振動板の他の実施例を示す正面図。

【図17】図16の振動板の側面図。

【図18】図16に対応する振動板のさらに他の実施例を示す正面図。

【図19】図18の振動板の側面図。

【図20】この発明のさらに他の実施例による粒子測定装置の概略構成図。

【図21】この発明のさらに他の実施例による振動板の正面断面図。

【図22】この発明のさらに他の実施例による振動板の斜視図。

【符号の説明】

1 粒子測定装置

2 試料容器

3, 17, 22, 30 振動板

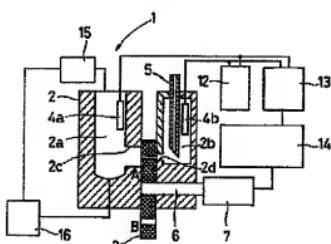
4a, 4b 電極

8~11, 31~34 検出孔（貫通孔）

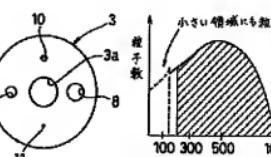
18a~21a, 31a~34a テーパ面

22a, 30a 凸部

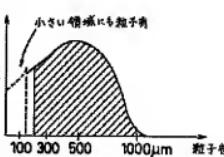
【図1】



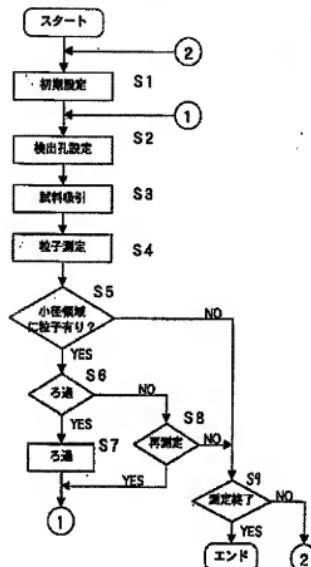
【図2】



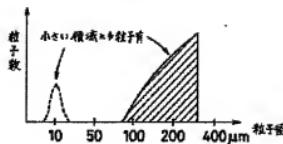
【図4】



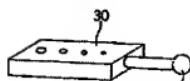
【図3】



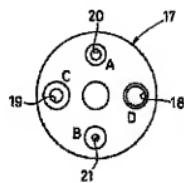
【図5】



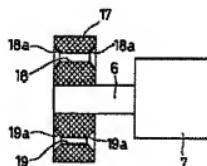
【図22】



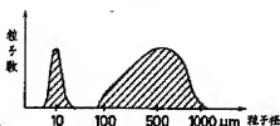
【図8】



【図9】

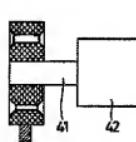
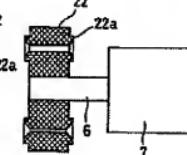
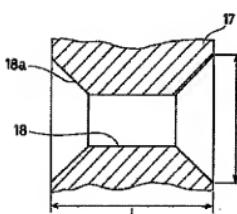


【図10】

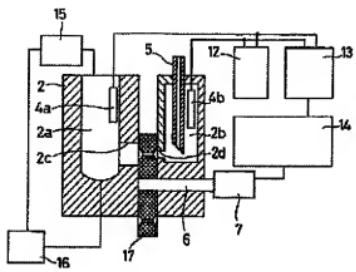


【図12】

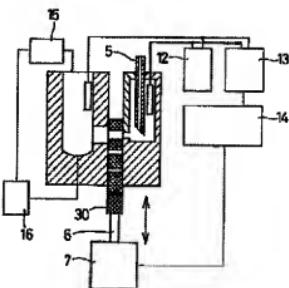
【図13】



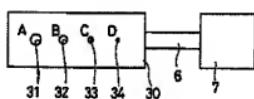
【図11】



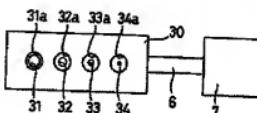
【図14】



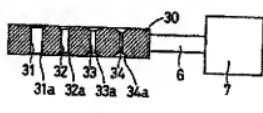
【図15】



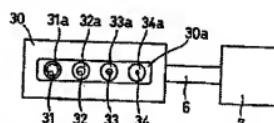
【図16】



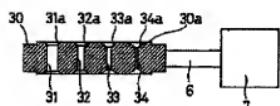
【図17】



【図18】



【図19】



【図20】

